

DE 10055113

Cutting tool comprises cutting punch guide using piezoelectric actuators formed by quartz stack

Abstract

The cutting tool includes a cutting plate and cutting punch guided plunging in its cutting opening which is fixed on plunger guided in machine column. The cutting tool is designed so that the cutting punch guide (13) uses piezoelectric actuators (14). The actuators are formed by quartz stack (15,15'; 16,16'). These are so arranged, that by applying a voltage at the quartz stacks, these experience a contraction or an expansion, which is approximately vertical to the feed axis of the cutting punch (6).



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 55 113 A 1**

⑤ Int. Cl. 7:
B 21 D 28/00
B 30 B 9/00
B 26 D 1/00
B 26 D 7/26
H 02 N 2/04

⑳ Aktenzeichen: 100 55 113.0
㉔ Anmeldetag: 7. 11. 2000
㉕ Offenlegungstag: 8. 5. 2002

DE 100 55 113 A 1

㉑ Anmelder:
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

㉒ Erfinder:
Thoms, Volker, Prof., Dr.-Ing., 01734 Rabenau, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ **Schneidwerkzeug mit piezoelektrischen Führungselementen**

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Schneidwerkzeug zur Beschneidung flächiger Werkstücke, insbesondere tiefgezogener Bleche. Um einen qualitativ hochwertigen Beschnitt auf dem Werkstück zu erreichen und den Verschleiß des Schneidwerkzeugs gering zu halten, muß der Schneidspalt innerhalb eines schmalen Toleranzbandes liegen. Jegliche Lageänderungen, insbesondere Kippungen des Schneidstempels müssen daher schnell korrigierbar sein. Hierzu werden piezoelektrische Aktuatoren verwendet, welche im Schneidwerkzeug zwischen dem Schneidstempel und dem Maschinenstempel angeordnet sind. Wird an einen dieser Aktuatoren eine elektrische Spannung angelegt, so verändert sich seine Dicke; dadurch übt der Aktuator eine seitliche Kraft auf den Schneidstempel bzw. seine Lagerung auf, die zu einer Kippung des Schneidstempels gegenüber dem Maschinenständer führt. Durch Einbindung der Aktuatoren in einen Regelkreis können somit beliebige Kippungen des Schneidstempels, welche aufgrund von Kollisionen oder anderweitige Störungen auftreten, schnell und einfach kompensiert werden.

DE 100 55 113 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft ein Schneidwerkzeug gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1, wie es z. B. aus der DE 93 16 703 als bekannt hervorgeht.

[0002] Beim Schneiden eines Werkstücks auf einer Presse wird das Werkstück zwischen zwei Schneiden, die sich aneinander vorbeibewegen, zerteilt; eine dieser Schneiden befindet sich dabei auf einem Schneidstempel und die andere auf einer Schneidplatte, deren Schneidkontur formnegativ zu derjenigen des Schneidstempels verläuft. Die Schnittflächengüte der Werkstücke und die Standzeit der Schneidwerkzeuge wird – neben anderen Einflußfaktoren – wesentlich von der Größe des Schneidspalts bestimmt, welcher dem kleinsten Abstand zwischen Schneidstempel und Schneidplatte entspricht, der sich während des Schneidvorgangs ergibt. Bei offener Schnittlinie beträgt der Schneidspalt beim Schneiden metallischer Bleche etwa 3% bis 5% der Blechdicke.

[0003] Um beim maschinellen Schneiden von Werkstücken in einer Presse eine hohe Konstanz des Schneidspaltes und somit lange Standzeiten der Werkzeuge und gute Schneidergebnisse sicherzustellen, müssen seitliche Verkipnungen des den Schneidstempel tragenden Stößels so gering wie möglich gehalten werden. Zur Vermeidung solcher Verkipnungen wird in der DE 29 48 87 vorgeschlagen, die Antriebskurbeln der den Stößel treibenden Exzenter- oder Kurbelpresse gegenläufig zu drehen, um die auf den Stößel wirkenden Querkkräfte gegenseitig zu kompensieren. Dabei kann jedoch nicht verhindert werden, daß der Stößel, z. B. bei einer exzentrischen Verfahrenskraft, eine Querkraft erfährt, kippt und diese Kippung während der Umdrehung der Antriebskurbeln weiter beibehält. Um eine solche Kippung zu verhindern, die an der Schneidstelle zu einer ungewünschten Verkleinerung bzw. Vergrößerung des Schneidspaltes führen könnte, werden Schneidstempel und Schneidplatte mittels Säulen- oder Plattenführungen gegeneinander ausgerichtet. Solche Führungen sind z. B. in der DE 197 02 882 und der DE 25 56 466 beschrieben und bestehen aus massiv ausgeführten mechanischen Elementen wie Führungssäulen und Führungsplatten, welche hochgenau zueinander ausgerichtet werden. Im Falle einer unbeabsichtigten Verkipfung des Schneidstempels, z. B. als Folge eines Werkzeugwechsels, einer Stempelkollision etc. sind dabei allerdings aufwendige und kostenintensive Reparaturen und Neuausrichtungen des Werkzeugs notwendig; insbesondere kann eine solche rein mechanische Halterung und Ausrichtung des Schneidstempels keine schnelle Korrektur der Vorschubrichtung des Schneidstempels ermöglichen.

[0004] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Schneidwerkzeug mit einer Vorrichtung zu versehen, welche eine schnelle und einfache Korrektur von Abweichungen in der Führung des Schneidstempels gewährleistet und mit Hilfe derer somit eine kostengünstige Korrektur von Schneidspaltabweichungen möglich ist.

[0005] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

[0006] Danach wird das Schneidwerkzeug mit piezoelektrischen Aktuatoren versehen, die zwischen dem Schneidstempel und dem Maschinenständer angeordnet sind. Wird an einen dieser Aktuatoren eine elektrische Spannung angelegt, so verändert sich Dicke dieses Aktuators annähernd proportional zum angelegten Spannungswert. Dabei übt der Aktuator eine seitliche Kraft auf den Schneidstempel bzw. seine Lagerung aus, die zu einer Kippung des Schneidstempels gegenüber dem Maschinenständer führt.

[0007] Da die Dicke der piezoelektrischen Aktuatoren über eine elektrische Spannung geregelt wird, ermöglicht

das erfindungsgemäße Schneidwerkzeug eine sehr schnelle Nachregelung der Winkelstellung des Schneidstempels im Maschinenständer und somit eine sehr schnelle Einstellung des Schneidspalts zwischen Schneidstempel und (maschinenfester) Schneidplatte. Somit kann die Schneidrichtung des Stempels nach einem Werkzeugwechsel, einer Werkzeugkollision oder einer anderweitig bedingten Veränderung der Vorschubachse des Schneidstempels schnell und ohne großen Aufwand korrigiert werden. Als Aktuatoren werden vorzugsweise Stapelquarze verwendet, die einerseits kostengünstig sind, andererseits eine relativ hohe Auslenkungsamplitude ermöglichen: Wird als Aktuator ein Stapelquarz von etwa 25 mm Höhe verwendet, so läßt sich dabei eine gezielte Kontraktion bzw. Expansion des Aktuators um etwa $\pm 50 \mu\text{m}$ erreichen.

[0008] Es empfiehlt sich, den Stapelquarz zwischen Schneidstempel und Maschinenständer so auszurichten, daß die Kontraktions- bzw. Expansionsrichtung des Stapelquarzes näherungsweise senkrecht zur Vorschubachse des Schneidstempels liegt (siehe Anspruch 2). In diesem Fall ist die vom Stapelquarz auf den Schneidstempel ausgeübte Kraft näherungsweise senkrecht zur Vorschubachse und beeinflusst somit nur die Kippung, nicht aber den Hub des Schneidstempels. Weiterhin läßt sich in dieser Anordnung des Stapelquarzes bei vorgegebener Spannung eine maximale Auslenkung der Schneidstempelachse erreichen.

[0009] Weiterhin ist es günstig, die Stapelquarze auf dem Maschinenständer zu befestigen und zwischen Maschinenständer und dem den Schneidstempel führenden Stößel anzuordnen (siehe Anspruch 3). Somit sind die Stapelquarze stationär angeordnet, was die Spannungsversorgung vereinfacht; außerdem erfolgt die Führung des Stößels im Maschinenständer im Regelfall in einer breiten, ebenen Führungsfläche, so daß ebene, serienmäßig erhältliche und somit kostengünstige Stapelquarze verwendet werden können.

[0010] Die schnelle Änderung der Schneidstempelachse mittels der piezoelektrischen Aktuatoren ermöglicht eine On-Line-Regelung der Schneidstempelachse während des Betriebs des Schneidwerkzeugs. Hierzu wird im Schneidwerkzeug ein Sensor vorgesehen, der z. B. im Bereich der Schneidplatte angeordnet ist und beim Eintauchen des Schneidstempels in die Schneidplatte den aktuellen Wert des Schneidspalts mißt. Die Differenz dieses Meßwerts mit einem Sollwert dient als Eingangswert zur Regelung der an die piezoelektrischen Aktuatoren angelegten Spannung (siehe Anspruch 4).

[0011] Im folgenden wird die Erfindung anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert; dabei zeigen:

[0012] Fig. 1 eine schematische Ansicht eines Schneidwerkzeugs mit piezoelektrischer Stößelführung;

[0013] Fig. 2 eine vergrößerte schematische Detailansicht des Schneidstempels und der Schneidplatte aus Fig. 1.

[0014] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Schneidwerkzeugs 1, mit Hilfe dessen ein plattenförmiges Werkstück 2, in diesem Fall ein Tiefziehteil aus Blech, beschnitten wird. Das Schneidwerkzeug 1 umfaßt eine Grundplatte 3 und einen Maschinenständer 4, in dem ein hubbeweglich antreibbarer Stößel 5 mit einem Schneidstempel 6 geführt ist. Die Außenkontur der Schneidkante 7 des Schneidstempels 6 entspricht der auf dem Werkstück 2 zu erzeugenden Schnittlinie, die je nach Anwendungsfall offen sein kann (z. B. bei der in Fig. 1 gezeigten Beschneidung der Ränder 8 des Werkstücks 2 mit Hilfe der Schneidstempel 6) oder auch geschlossen sein kann (wie z. B. bei dem in Fig. 1 dargestellten Lochen des Werkstücks 2 mit Hilfe des Schneidstempels 6). Das Werkstück 2 liegt auf einer mit der Grundplatte 3 fest verbundenen Schneidplatte 9 auf. Die

Schneidplatte 9 weist Aussparungen 10 auf, die der Schneidkante 7 des Schneidstempels 6 angepaßt ist, so daß der Schneidstempel 6 beim Absenken des Stößels 5 in die Schneidplatte 9 eintauchen kann. Ein Niederhalter 11 dient zur Fixierung des Werkstücks 2 gegenüber der Schneidplatte 9 während des Schneidprozesses.

[0015] Der Schneidstempel 6 ist bezüglich seiner Form und Lage relativ zur Schneidplatte 9 so abgestimmt, daß – wie in Fig. 2 in einer schematischen Detailansicht dargestellt – zwischen Schneidstempel 6 und Schneidplatte 9 ein Schneidspalt 12 gebildet ist. Dieser Schneidspalt 12 muß in einem eng begrenzten Toleranzband liegen, um eine hohe Schnittgüte auf dem Werkstück 2 sicherzustellen. Typischerweise liegt der Schneidspalt 12 bei einigen Prozent der Dicke des Werkstücks 2. Wird der Schneidstempel 6 einer starken, ungleichförmigen Belastung ausgesetzt, z. B. durch eine ungleichmäßige Dicke des Werkstücks 2, durch Vibrationen während des Schneidprozesses etc., so kann dies eine Verkipfung des Schneidstempels 6 zur Folge haben. Da der Schneidstempel 6 fest auf dem Stößel 5 montiert ist, geht dies einher mit einer Verkipfung des gesamten absenkbaren Teils des Schneidwerkzeugs 1. In einem solchen Fall entspricht der Schneidspalt 12 nicht mehr dem gewünschten Wert, sondern ist – je nach Verkipfungsrichtung – entweder größer oder kleiner als gewünscht. Ein verkippter Schneidstempel 6 ist in Fig. 2 gestrichelt dargestellt: durch die Verkipfung des Schneidstempels 6 ist in diesem Fall ist der Schneidspalt 12' schmäler als gewünscht, was zu einem ungleichmäßigen Schneidergebnis auf dem Werkstück 2 und zu einem höheren Verschleiß von Schneidplatte 9 und Schneidstempel 6 führt. Weil die Führung 13 des Stößels 5 (und somit auch des Schneidstempels 6) im Schneidwerkzeug 1 weit entfernt von der Schneidkante 7 des Schneidstempels 6 ist, führen kleinste Verkipfungen des Schneidstempels 6 bzw. des Stößels 5 zu merklichen Vergrößerungen bzw. Verkleinerungen des Schneidspals 12, die in der Größenordnung mehrerer Zehntel Millimeter liegen können.

[0016] Um einer solchen Verkipfung des Schneidstempels 6 entgegenzuwirken, sind erfindungsgemäß im Bereich der Stößelführungen 13 piezoelektrische Aktuatoren 14 in Form von Stapelquarzen 15, 15', 16, 16' vorgesehen, mit Hilfe derer die Vorschubrichtung des Stößels 5 (und somit auch des Schneidstempels 6) hochgenau korrigiert werden kann. Wird an einen solchen Stapelquarz 15, 15', 16, 16' eine externe Spannung angelegt, so erfährt dieser Stapelquarz 15, 15', 16, 16' – in Abhängigkeit des Vorzeichens der Spannung – eine Expansion bzw. Kontraktion entlang seiner Achse. Die Stapelquarze 15, 15', 16, 16' sind auf eine solche Weise zwischen Maschinenständer 4 und Stößel 5 angeordnet, daß ihre Achse näherungsweise senkrecht zur Stößelführung 13 und somit näherungsweise senkrecht zur Vorschubrichtung des Schneidstempels 6 verläuft.

[0017] Die Dicke der Stapelquarze 15, 15', 16, 16' beträgt typischerweise 25 mm; durch Anlegen einer Spannung kann diese Dicke in einem Bereich von etwa $\pm 50 \mu\text{m}$ verändert werden. Wird an einen Stapelquarz 15, 15', 16, 16' eine Spannung angelegt, so führt dies aufgrund der Ausrichtung und der Lage des Stapelquarzes 15, 15', 16, 16' zu einer Verkipfung der Stößelführung 13 und somit zu einer Änderung der Vorschubachse des Schneidstempels 6. Aufgrund der vergleichsweise großen Entfernung zwischen der Stößelführung 13 und der Schneidplatte 9 kann durch gezieltes Anlegen von Spannungen an ausgewählte Stapelquarze 15, 15', 16, 16' daher eine Verschiebung der Schneidkante 7 des Schneidstempels 6 von mehreren Zehntel-Millimetern erreicht werden, was für eine Kompensation typischer Verkipfungen des Schneidstempels 6 ausreichend ist. Sollten die durch die Dickenänderungen der Stapelquarze 15, 15', 16,

16' erreichbaren Korrekturkipfungen nicht ausreichen, so können diese Korrekturkipfungen konstruktiv durch eine entsprechende Übersetzung realisiert werden.

[0018] Um bei Verkipfungen des Schneidstempels 6 eine schnelle und exakte Korrektur der Vorschubrichtung des Schneidstempels 6 erreichen zu können, ist ein Abstandssensor 17 vorgesehen, der fest mit der Grundplatte 3 des Schneidwerkzeugs 1 verbunden ist und mit Hilfe dessen der Abstand zwischen der fest auf der Grundplatte 3 montierten Schneidplatte 9 und dem beweglichen Schneidstempel 6 gemessen wird. Im vorliegenden Beispiel wird ein Induktionssensor 18 verwendet, der auf der Grundplatte 3 montiert ist. Alternativ kann z. B. auch ein optischer oder ein kapazitativer Abstandssensor 17 verwendet werden.

[0019] Der Abstandssensor 17 ist Teil eines Regelkreises 19, in dem die Meßgröße des Abstands 20 zwischen Sensor 17 und Schneidstempel 6 zur Regelung der an die Stapelquarze 15, 15', 16, 16' angelegten Spannung verwendet wird: Weicht der mit Hilfe des Abstandssensors 17 ermittelte Abstand 20 zwischen Sensor 17 und Schneidstempel 6 vom Sollwert ab, so wird an einigen Stapelquarzen 15, 16' die Spannung erhöht, während an anderen Stapelquarzen 15', 16' die Spannung erniedrigt wird, so daß das Zusammenspiel dieser Stapelquarze 15, 15', 16, 16' zu einer Korrekturkipfung des Stößels 5 und somit des Schneidstempels 6 führt, welche der ursprünglichen Verkipfung entgegenwirkt. Zur Durchführung dieser Regelung wird eine Regelungseinheit 21 verwendet, welche Teil des Regelkreises 19 ist.

[0020] Im Falle des in Fig. 2 dargestellten Beispiels hat die (gestrichelt eingezeichnete) Verkipfung des Schneidstempels 6 zur Folge, daß der Ist-Abstand 20' zwischen Sensor 16 und Schneidstempel 6 größer ist als der Sollabstand 20. Um dieser Verkipfung entgegenzuwirken, wird durch eine gezielte Erhöhung bzw. Erniedrigung der an die Stapelquarze 15, 15', 16, 16' angelegten Spannungen eine Expansion der Stapelquarze 15 und 16' und gleichzeitig eine Kontraktion der Stapelquarze 15' und 16 bewirkt; das führt zu einer Richtungsänderung der Stößelführung 13 und somit zu einer Korrektur der Vorschubrichtung des Schneidstempels 6. Die Expansion bzw. Kontraktion ausgewählter Stapelquarze 15, 15', 16, 16' wird iterativ optimiert, bis der Ist-Abstand 20' zwischen Sensor 17 und Schneidstempel 6 dem Sollabstand 20 entspricht.

[0021] Alternativ zu der beschriebenen Korrektur der Stößelführung 13 kann eine aufgrund einer Verkipfung des Schneidstempels 6 auftretende Abweichung des Schneidspals 12 auch durch eine Verschiebung der Schneidplatte 9 kompensiert werden, wenn diese Verschiebung der Schneidplatte 9 in der gleichen Richtung wie die Kippung erfolgt. Eine solche Verschiebung kann ebenfalls mit Hilfe piezoelektrischer Aktuatoren 14 erreicht werden: Wie in Fig. 1 gestrichelt dargestellt, sind in diesem Fall zwischen Grundplatte 3 und Schneidplatte 9 Stapelquarze 22, 23 vorgesehen, deren Achse näherungsweise senkrecht zur Vorschubrichtung des Schneidstempels 6 verläuft. Durch Anlegen von positiven bzw. negativen Spannungen an diese Stapelquarze 22, 23 kann die Schneidplatte 9 gegenüber der Grundplatte 3 und insbesondere so gegenüber dem Schneidstempel 6 verschoben werden, daß die Verkipfung des Schneidstempels 6 durch eine angepaßte Verschiebung der Schneidplatte 9 ausgeglichen wird. Um auch größere Verkipfungen des Schneidstempels 6 ausgleichen zu können, empfiehlt es sich, an den Stapelquarzen 22, 23 entsprechende Übersetzungen vorzusehen, mit Hilfe derer stärkere Verschiebungen der Schneidplatte 9 auf der Grundplatte 3 (d. h. Verschiebungen in der Größenordnung einiger Zehntel Millimeter) erreicht werden können.

[0022] Zur Regelung der an die Stapelquarze 22, 23 ange-

legten Spannungen (und somit zur hochgenauen Positionierung der Schneidplatte 9) wird wie im obigen Beispiel ein Regelkreis 21' mit einem Abstandssensor 17 verwendet, dessen Meßwert ein Maß für die Schneidstempelverkipfung ist, welche durch Verschieben der Schneidplatte 9 kompensiert werden soll. 5

[0023] Die beschriebene Richtungskorrektur der Stößelführung 13 bzw. Lagekorrektur der Schneidplatten 9 mit Hilfe piezoelektrischer Aktuatoren 14 ist in gleichem Maße auch auf Stanzwerkzeuge anwendbar. 10

Patentansprüche

1. Schneidwerkzeug mit einer Schneidstempelführung, wobei das Schneidwerkzeug eine Schneidplatte 15 und einen in deren Schneidöffnung eintauchend geführten Schneidstempel umfaßt, der auf einem in einem Maschinenständer geführten Stößel befestigt ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schneidstempelführung (13) mittels piezoelektrischer Aktuatoren (14) erfolgt. 20
2. Schneidwerkzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die piezoelektrischen Aktuatoren (14) durch Stapelquarze (15, 15', 16, 16') gebildet werden, die so angeordnet sind, daß durch Anlegen einer Spannung an die Stapelquarze (15, 15', 16, 16') diese eine Kontraktion bzw. eine Expansion erfahren, die näherungsweise senkrecht zur Vorschubachse des Schneidstempels (6) ist. 25
3. Schneidwerkzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Aktuatoren (14) zwischen dem Stößel (5) und dem Maschinenständer (1) angeordnet sind. 30
4. Schneidwerkzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Schneidwerkzeug einen Sensor (17) umfaßt, dessen Meßausgang mit einer Regeleinheit (21) verbunden ist, mit Hilfe derer die Kontraktion bzw. Expansion der piezoelektrischen Aktuatoren (14) regelbar ist. 35

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

40

45

50

55

60

65

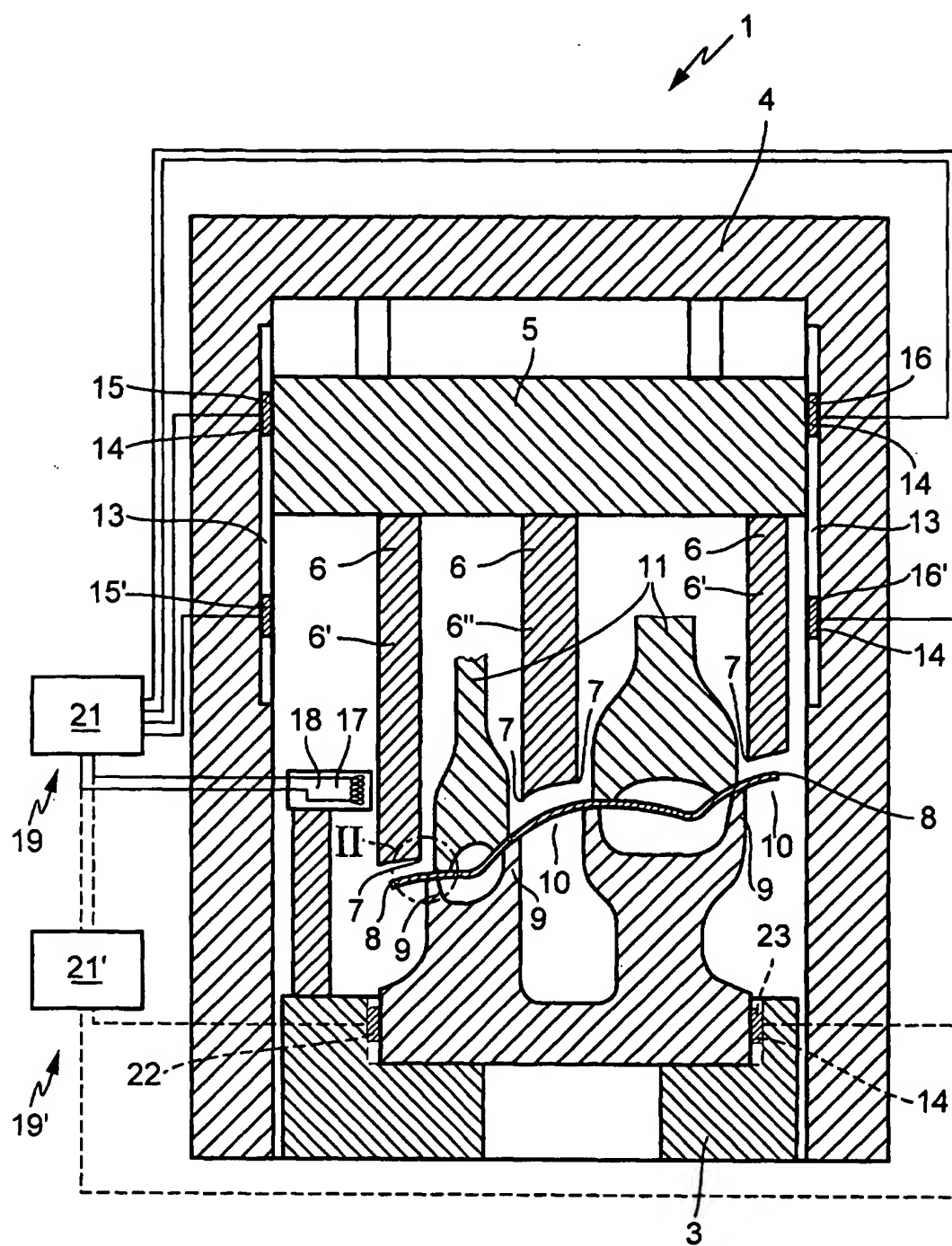


Fig. 1

